

“Trabajo de grado para aspirar al título de Medicina Veterinaria y Zootecnia”

**Parámetros genéticos y fenotípicos para algunas características productivas
en búfalos lecheros en el eje cafetero**

Stephany Rebellón Posso

Asesor:

Juan Carlos Rincón Flórez

**Universidad Tecnológica de Pereira
Facultad de Ciencias de la Salud
Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Pereira- Risaralda
2018**

Parámetros genéticos y fenotípicos para algunas características productivas en búfalos lecheros en el eje cafetero

Stephany Rebellón Posso¹; Juan Carlos Rincón Florez²

¹Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de ciencias de la salud, Programa Universidad Tecnológica de Pereira, cra. 27 # 10-02, barrio Álamos, Pereira, Risaralda. ²Docente asesor, Universidad Tecnológica de Pereira, facultad de ciencias de la salud, programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, cra 27 # 10-02, barrio Álamos, Pereira, Risaralda

Resumen

Los búfalos son cada vez más frecuentes en los hatos colombianos gracias a las excelentes cualidades de esta especie, actualmente hay poca información de producciones, siendo así un problema un problema para mejoramiento genético, por lo anterior el objetivo de este trabajo fue caracterizar la población de búfalos y estimar los parámetros genéticos para la producción de leche, el peso al destete, el peso al nacimiento y la ganancia de peso diaria en búfalos de agua del eje cafetero.

Para esto se recolecto información de 10 fincas obteniendo 660 registros

Los datos se analizaron en el software Excel. Se realizó un análisis estadístico descriptivo con el fin de caracterizar los sistemas de producción evaluados. Posteriormente, se realizó un modelo lineal generalizado (GLM) mediante el software R para identificar el efecto de los efectos fijos raza, año, mes y año de nacimiento sobre las características peso al destete, ganancia diaria, leche 305 días de vida y peso al nacimiento.

Palabras clave: Correlaciones genéticas, Fenotipo, Ganado lechero, Heredabilidad, mejoramiento genético

Abstract

Buffaloes are becoming more frequent in Colombian herds thanks to the excellent qualities of this species, currently there is little information on production, being a

problem a problem for genetic improvement, therefore the objective of this work was to characterize the population of buffaloes and estimate the genetic parameters for milk production, weaning weight, birth weight and daily weight gain in water buffaloes of the coffee axis.

For this information was collected from 10 farms obtaining 660 records

The data was analyzed in Excel software. A descriptive statistical analysis was carried out in order to characterize the production systems evaluated. Subsequently, a generalized linear model (GLM) was performed using software R to identify the effect of the fixed effects race, year, month and year of birth on the characteristics weaning weight, daily gain, milk 305 days of life and weight at birth.

Key words: Genetic correlations, Phenotype, Dairy cattle, Heritability, genetic improvement

Introducción

Los Búfalos se han asociado con los humanos desde la antigüedad, proporcionando poder de tiro, comida y combustible, y también poseen importancia cultural y ceremonial (1) . Los más común en producción, son los búfalos de agua (*Bubalus bubalis*), que se han separado en dos subespecies, el búfalo de río y el búfalo de pantano. El búfalo de río es más grande que el búfalo de pantano, y el primero se ha convertido en una importante fuente de leche en los países desarrollados y en desarrollo. El Búfalo tiene una eficacia relativamente alta de la utilización de piensos en comparación con el ganado, lo que tiene importantes implicaciones para el uso de los recursos y el medio ambiente (2)

El búfalo de río se adapta bien a las amplias zonas climáticas, incluidas las latitudes ecuatoriales, tropicales, subtropicales, mediterráneas y más altas. Esto ha permitido que el búfalo del río se distribuya ampliamente por Asia, Europa, Medio Oriente, África del Norte, América del Norte y del Sur y Australia

Bubalus bubalis es una especie originaria de Asia, desde donde fue llevado a África, Europa, Oceanía y finalmente a Suramérica. Esta especie fue introducida a Colombia en la década de 1960 cuando el INCORA realizó la importación de los primeros animales desde Trinidad y Tobago, pertenecientes a la raza Bufalypso o Trinitaria

(3). La cual es producto del cruzamiento de las razas Murrah, Jaffarabadi, Nili-Ravi, Surti, y Mehsana en un núcleo cerrado por un período de 40 años (4).

Los búfalos son una especie cada vez más apetecida en ganados Colombianos, durante los últimos 20 años se ha aumentado satisfactoriamente el número de cabezas de ganado bufalino. Gran parte de los rebaños se encuentran distribuidos en los departamentos de la Costa Atlántica, Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca, zonas del eje cafetero y Orinoquia (5). La población de búfalos (*Bubalus bubalis*) ha aumentado constantemente en Colombia, con un crecimiento anual de casi 10%. La población actual de búfalos en Colombia es de aproximadamente 300,000 animales. Este aumento en el tamaño de la población refleja el reconocimiento de la calidad de su leche (alta en grasas, proteínas y sólidos totales) y la capacidad de alcanzar altos pesos a una edad temprana (peso de sacrificio de 450 kg a los 22 meses de edad (6), además esta especie posee grandes cualidades que se caracterizan por su gran capacidad de adaptación a diversas condiciones medioambientales, y de aprovechamiento de forrajes de baja calidad. En Colombia, existen grandes extensiones de tierras inundables, con suelos mal drenados y de baja calidad, en los que el búfalo se adapta óptimamente sin dejar de producir (5); algunas de sus características más relevantes son: rusticidad, adaptación al medio, clima, dieta, producción entre otros, que los lleva a obtener un mejor desempeño a menor costo, es por ello que en el eje cafetero toma cada vez más fuerza en la implementación de búfalos en sus hatos.

En la última década, la mejora genética del búfalo egipcio tomó su camino utilizando métodos tradicionales de cría de animales como el resto del mundo. Estos métodos dependen de seleccionar individuos con el fenotipo deseado como padres para la próxima generación.(7)

Sin embargo, en Colombia es difícil implementar programas de mejoramiento genético por la ausencia de registros que impiden que se puedan calcular parámetros para desarrollar programas de mejoramiento en las razas, siendo así un gran obstáculo para el mejoramiento de las características de esta especie en la región.

Es por ello la importancia de realizar estudios que permitan recolectar datos de las diferentes fincas del Eje Cafetero que permitan estimar los parámetros genéticos y fenotípicos para seleccionar características de importancia económica en búfalos de agua. De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la población de búfalos y estimar los parámetros genéticos para la producción de leche, el peso al destete, el peso al nacimiento y la ganancia de peso diaria en búfalos de agua del eje cafetero.

Materiales y métodos

Población de estudio

La presente investigación fue realizada con la información de 10 fincas ubicadas en el eje cafetero, de diferentes municipios, las cuales registraban un total de 660 registros de cabezas bufalinas. Se manejaron 8 linajes compuestos por Murrah, Mediterránea, Jafarabadi y con diferentes cruces F1 y F2 entre ellos, se contaba con información desde el 2007 hasta el 2017 de todos los meses y se distribuían en las fincas de la siguiente manera: 52 animales en la finca Bulor, 245 en la finca Darie, 26 en la finca Sausa, 37 en la finca Zbsem, 42 en la finca Zbufd, 108 en la finca Zbuma, 44 en la finca Zbupo, 11 en la finca Zeri, 8 en la finca Zguauc y 87 en la finca Zsota.

Análisis de datos

Los datos se analizaron en el software Excel con el fin de identificar y eliminar valores extremos o fisiológicamente anormales, con el fin de disminuir el ruido en las evaluaciones. Se realizó un análisis estadístico descriptivo con el fin de caracterizar

los sistemas de producción evaluados. Posteriormente, se realizó un modelo lineal generalizado (GLM) mediante el software R para identificar el efecto de los efectos fijos raza, año, mes y año de nacimiento sobre las características peso al destete, ganancia diaria, leche 305 días de vida y peso al nacimiento mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + H_j + M_k + A_l$$

Dónde:

Y_{ijk} : variable dependiente (Peso al destete, ganancia diaria, leche 305 días de vida, peso al nacimiento).

μ : Media para la característica.

R_i : Efecto fijo de la i -ésimo componente racial ($i=1, 2, 3 \dots 8$)

H_j : Efecto fijo del j -ésimo Hato ($j=1, 2, 3 \dots 10$)

M_k : Efecto fijo del k -ésimo mes de nacimiento ($k=1, 2, 3 \dots 12$)

A_l : Efecto fijo del l -ésimo año de nacimiento ($l=1, 2, 3 \dots 10$)

Posteriormente se estimaron los componentes de varianza y los parámetros genéticos. Se estimaron basados en un modelo animal univariado, independiente para cada una de las características. Se realizó mediante el método de máxima verosimilitud restringida (REML), utilizando el paquete estadístico R (8) y MTDFREML (9) que determinan las soluciones basados en las ecuaciones de modelos mixtos (MME) descritas por Henderson (10). El modelo animal univariado utilizado incluyó como efectos fijos: raza, hato, mes de nacimiento y año, de acuerdo con la significancia obtenida para cada característica en el modelo lineal generalizado planteado anteriormente. Finalmente, como efectos aleatorios se incluyó el ambiente permanente y el efecto genético aditivo directo del animal. El modelo utilizado fue el siguiente: $Y=X\beta + Z\alpha + W\pi + e$

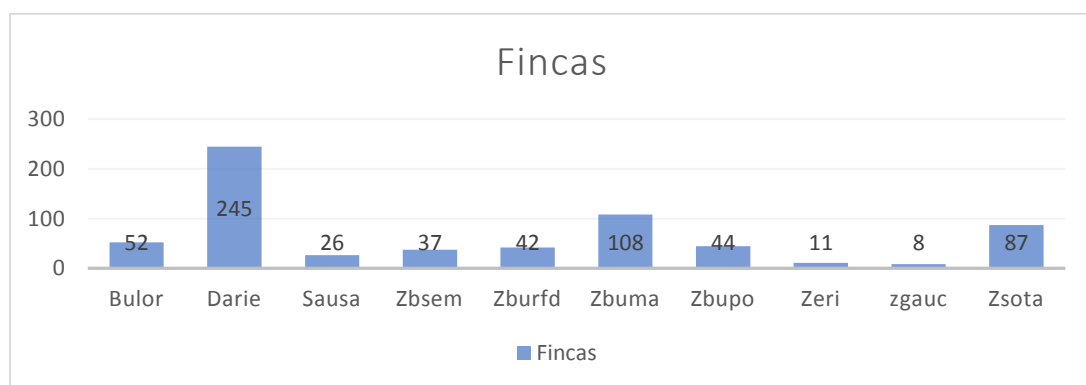
Donde:

Y = vector de observaciones para PL, PP, PG y SCS; β =vector desconocido de efectos fijos (hato, número de parto y grupo contemporáneo y las covariables duración de la lactancia para PL y producción de leche para PG y PP); α = vector desconocido de efectos aleatorios del animal; π =vector desconocido de efectos aleatorios del ambiente permanente; e = vector desconocido de efectos aleatorios residuales; X =Matriz de incidencia de los efectos fijos, Z =matriz de incidencia los efectos aleatorios del animal y W =matrices de incidencia de los efectos aleatorios del ambiente permanente.

Resultados

En total se contó con la información de 10 fincas con diferente número de animales (figura 1). La más grande correspondió a Darie con 245 animales y la más pequeña fue Zgauc con 8 animales. En total se contó con 660 registros después de la depuración de la información.

Figura 1: distribución de animales por hato en la muestra tomada.

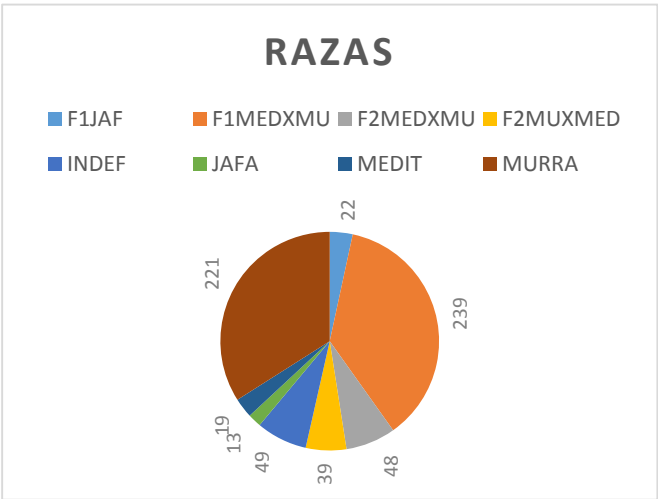


Fuente: Autora

Del total de animales con registros productivos y genealógicos se encontró que el 42% fueron machos y el 58% hembras, lo cual coincide con el carácter lechero de las fincas,

aunque se encuentra una gran cantidad de machos. Con respecto a las razas la más frecuente fue Murrah (33.5%) y la menos frecuente fue Jarafabadi (2%), lo que coincide con el carácter lechero de los hatos. La frecuencia de los demás componentes raciales se presenta en la figura 2.

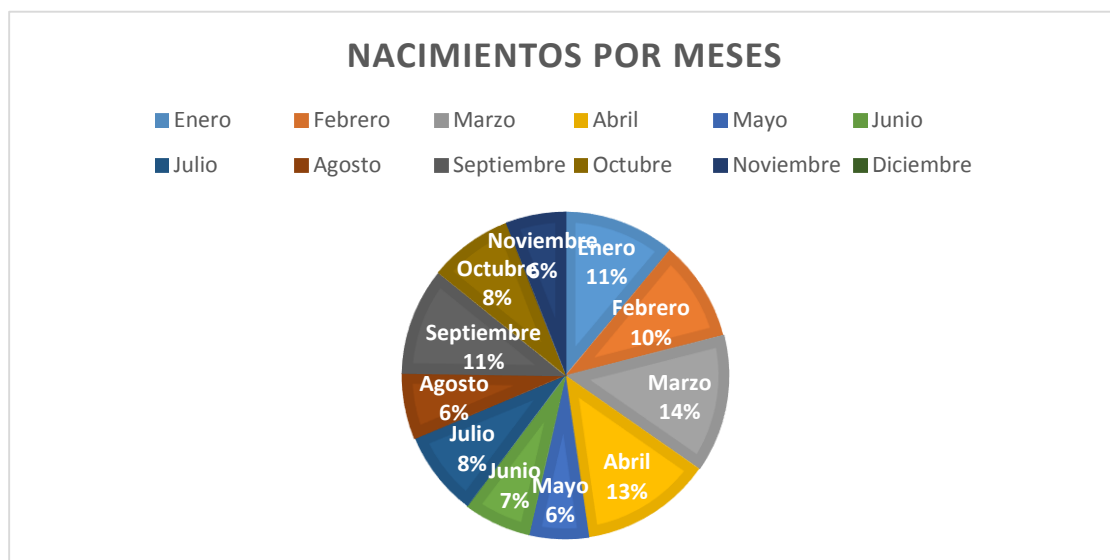
Figura 2: Frecuencia de las razas en los hatos lecheros del eje cafetero.



Fuente. Autora

Del total de los datos recolectados se encontró que la raza más frecuente en los hatos de las diferentes fincas del eje cafetero es Murrah o cruces con esta misma raza para un total de 460 animales y la raza menos frecuente es Jaffarabadi, lo que coincide con el carácter lechero de esta zona. La natalidad de búfalos se presenta en la figura 3, donde se observa que de los datos recolectados no se encontró una diferencia marcada en los meses de nacimiento, el más común fue Marzo 14% y el menos común fue mayo, agosto y noviembre (6%).

Figura 3: distribución del hato por nacimientos diferentes meses



Con respecto a los datos cuantitativos, se encontró que la media de peso al nacimiento fue de 34 Kg, con un mínimo de 20 y máximo de 52. La producción de leche a dos tetas fue estuvo entre 259 y 998 kg de leche por lactancia. Otros valores productivos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción productiva de los hatos bufalinos del eje cafetero

	N° de datos	media	Desviación estándar	Min	Max
Peso al nacimiento	660	34	4.31	20	52
Producción de leche	76	672	198.00	259	998
Peso al destete	580	200	53.43	31	482
Ganancia de peso diaria	580	149	87.66	1	319

Fuente. Autora

Al realizar el modelo lineal generalizado se encontró significancia de la raza, la finca y el mes sobre la producción de leche. Para el peso al nacimiento los 4 efectos fijos fueron significativos. Para peso al nacimiento fue significativo la finca y el año y para la ganancia de peso diaria la finca y el mes (Tabla 2).

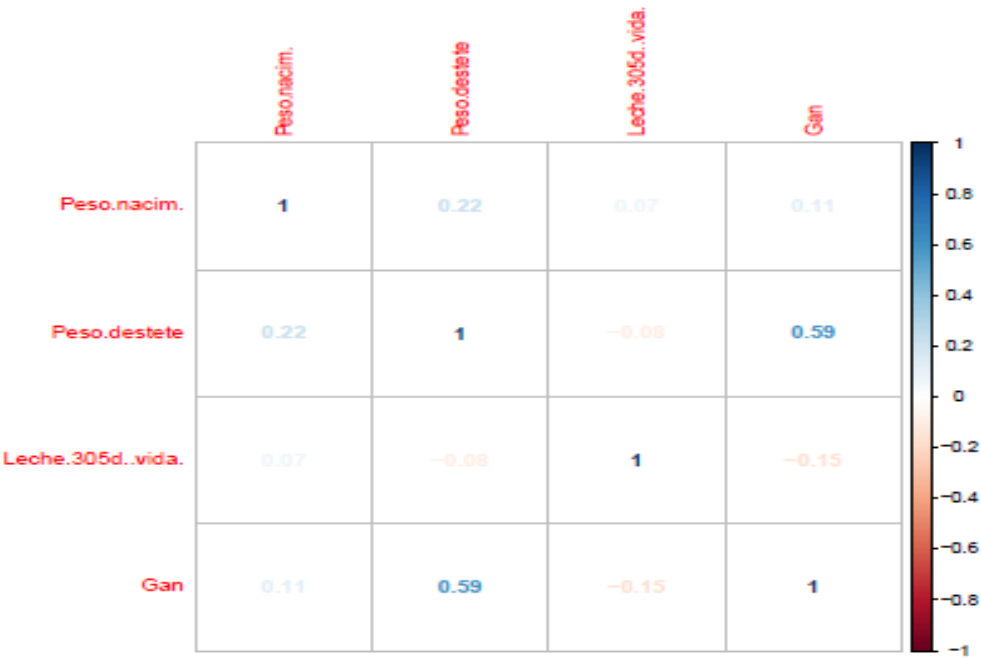
Tabla 2. Significancia del modelo lineal generalizado para las variables productivas analizadas.

	Raza	Finca	Mes	Año
Producción de leche	p <0.01	p <0.05	p <0.05	-
Peso al destete	p <0.05	p <0.05	p <0.001	p <0.01
Peso al nacimiento	-	p <0.001	-	p <0.001
Ganancia de peso diaria	-	p <0.001	p <0.001	-

Fuente. Autora

Al analizar las variables cuantitativas entre sí, se encontró correlación del 59% entre el peso al destete y la ganancia, los demás valores se presentan en la figura 4.

Figura 4. Correlación entre las variables cuantitativas evaluadas.



Fuente. Autora

En la tabla 3 se presentan los parámetros genéticos para la producción de leche, la ganancia diaria de peso, el peso al destete y el peso al nacimiento en búfalos de agua del eje cafetero. Es importante observar que la producción de leche presentó una heredabilidad de 0.36 y repetibilidad de 0.49. La mayor heredabilidad fue para la

ganancia diaria de leche y la menor la de peso al destete. En todos los casos se observó un efecto del ambiente permanente.

Tabla 3. Parámetros genéticos y fenotípicos para producción de leche, ganancia diaria de peso, peso al destete y peso al nacimiento en búfalos de agua del eje cafetero.

Producción de leche		
$h^2=0.36$	$EE=0.058$	$R=0.49$
$Ep=0.22$	$EE= 0.149$	
$e= 0.42$	$EE=0.081$	

Ganancia diaria		
$h^2=0.43$	$EE=0.149$	$R=0.65$
$Ep=0.22$	$EE= 0.020$	
$e= 0.35$	$EE=0.138$	

Peso destete		
$h^2=0.41$	$EE=0.172$	$R=0.68$
$Ep=0.27$	$EE= 0.024$	
$e= 0.32$	$EE=0.162$	

Peso al nacimiento		
$h^2=0.26$	$EE=0.106$	$R=0.41$
$Ep=0.15$	$EE= 0.010$	
$e= 0.59$	$EE=0.1010$	

Fuente. Autora

Discusión

La información obtenida en las diferentes fincas del eje cafetero, permitió observar que la raza más frecuente es Murrah o cruces con esta misma (Figura 2), lo cual coincide con la enciclopedia de alimentos y salud que menciona la raza anterior como una de las más prometedoras en cuanto a producción de leche (11). Existe una estacionalidad para los partos en unas épocas específicas (Figura 3), tal como lo refirió Campo E., et al (2005) (12), donde aseguró que a pesar de tratar de proporcionar unas condiciones adecuadas durante el año, los hatos seguían presentando una estacionalidad para épocas específicas del año. Se encontró que la época donde se presentan más nacimientos es al inicio de año, en los primeros tres meses, incluso extendiéndose hasta el mes cuarto (13).

Como datos relevantes, se realizó la recolección de datos y se observó que la media de peso al nacimiento es de 34 Kg, lo cual coincide con los datos mostrados en Manual integrado de sanidad y producción bufalina (14). El estudio arrojó una lactancia media de 672 Lt, una mínima de 259 Lt y una máxima de 998 Lt en producción de leche a dos tetas, una diferencia marcada a lo publicado en Revista Cubana de Ciencia Agrícola que arroja valores entre 754 Lt y 988 Lt (15) ya que es una lactancia a 4 tetas, el peso al destete arrojó un mínimo de 31Kg, y un máximo de 482 Kg lo cual tiene una semejanza a lo hallado en este trabajo. El peso al destete arrojó un mínimo de 31Kg, y un máximo de 482 Kg, calculando una media de 200 Kg, lo cual tiene una semejanza en lo hallado en un estudio hecho en el Eje cafetero (16) concordando también en un estudio realizado en ganado bovino cebú (17), la media de la ganancia de peso diaria reportada en la investigación fue de 149 g, la mínima 1 g y la máxima 319 g lo cual tiene una diferencia marcada a mencionado en la revista Redvet (18)

Con respecto a la Tabla 3, la heredabilidad de producción de leche se encontró que era 0.36, pero también tiene un efecto del ambiente permanente importante, lo que

hace que tenga una repetitividad de 0.49, teniendo así similitud en la investigación realizada en búfalos de raza Murrah en la ciudad de Sao paulo, Brasil (19)

Las estimaciones de heredabilidad para peso al destete 0.41 y el efecto ambiente 0.68, la heredabilidad tiene una diferencia un poco marcada dentro del rango reportado en la literatura para el ganado Nelore (20) reafirmando la diferencia con el estudio realizado en una empresa de cría ubicada en la región noroeste del estado de São Paulo, Brasil (21), en esta investigación se encontró un efecto ambiental del 0.68 lo cual quiere decir que uno puede controlar el 68% del peso al destete controlando el ambiente permanente y la genética, el valor de la heredabilidad del peso al nacimiento 0.26 coincide con el valor encontrado en estudio genético realizado en el ganado de carne Nelore 0.25 (22), en la investigación hallada en el país de Brasil realizado en diferentes ciudades en ganado de carne coincide 0.25 con los resultados anteriores (23), para la ganancia de peso diaria se encontró una heredabilidad de 0.43 teniendo una leve similitud en un estudio realizado en bovinos (24)

En la **tabla 2**. Se encontró que para producción de leche fue significativa la raza, la finca y el mes, para peso al destete fue significativo la raza, finca, mes y año, lo que coincide con el efecto del año al nacimiento hallado en el estudio realizado en bovinos de raza cebú (17), para el peso al nacimiento fue significativo la finca y el año lo cual no coincide con el estudio mencionado anteriormente en ganado bovino (17), ganancia de peso diaria fue significativo la finca y el mes

	Estudio realizado	Estudios relacionados
h^2 Producción de leche	0.36	0.38
h^2 Ganancia de peso diaria	0.43	0.59
h^2 Peso al destete	0.41	0.26
h^2 peso al nacimiento	0.26	0.25

Conclusiones y recomendaciones

El estudio realizado en el análisis de los parámetros genéticos y fenotípicos de características productivas en búfalos lecheros en el eje cafetero, permite concluir que en algunas fincas del eje cafetero cuentan con ganado bufalino, donde la raza Murrah es la más predominante. Igualmente, se determinó que la heredabilidad es media, lo que permite realizar mejoramiento genético.

Es de anotar, que la crianza de búfalos en el país, puede llegar a representar un negocio bastante rentable ya que utilizada como alternativa en la producción de leche posibilita una amplia gama de productos lácteos, por lo que se recomienda una comercialización agresiva al ofrecer un producto saludable de excelente calidad y precio, lo cual estaría generando ventajas competitivas que contribuiría a ganar, día a día, un mejor posicionamiento de las bondades de los productos y, por consiguiente, una inmejorable participación en el mercado.

Agradecimientos

A Dios, por ser siempre mi guía.

A mí (s) padres, por su comprensión, afecto y apoyo incondicional.

A la Universidad Tecnológica de Pereira, por permitir acrecentar mis conocimientos.

A Juan Carlos Rincón Flórez, por su don de gentes y su magistral asesoría, que hizo posible llevar a feliz término este trabajo.

A todas aquellas personas, que hicieron realidad este gran sueño.

Bibliografía

1. Campania R, Lazio R. Disciplinare di produzione della Denominazione di Origine Protetta “Mozzarella di Bufala Campana.” Decreto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali del 2008.
2. Campanile G, Neglia G, Vecchio D, Di Palo R, Gasparrini B, Zicarelli L. Protein nutrition and nitrogen balance in buffalo cows. *CAB Rev Perspect Agric Vet Sci Nutr Nat Resour*. 2010;5.
3. Tonhati H, Mendoza-Sánchez G, Sesana R, Albuquerque L. Programa de mejoramento genético de búfalos lecheros en el Brasil. III Simp búfalos las américas. 2006;123–30.
4. Bennett SP, Garcia GW, Lampkin P. The buffalypso: The water buffalo of Trinidad and Tobago. *Ital J Anim Sci*. 2007;6(SUPPL. 2):179–83.
5. Angulo RA, Restrepo LF, Berdugo JA. Características de calidad de las canales bufalinas y vacunas comercializadas en Medellín, Colombia. *Livest Res Rural Dev*. 2005;17(9).
6. Bolívar DM, Cerón-Muñoz MF, Boligon AA, Elzo MA, Herrera AC. Genetic parameters for body weight in buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Colombia using random regression models. *Livest Sci [Internet]*. 2013;158(1-3):40–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871141313004290>
7. Terzano GM, Barile VL, Borghese A. Overview on Reproductive Endocrine Aspects in Buffalo. *J Buffalo Sci*. 2012;1:126–38.
8. R Core team. R Core Team [Internet]. Vol. 55, R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing , Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>. 2015. p. 275–86. Available from: <http://www.mendeley.com/research/r-language-environment-statistical-computing-96\papers2://publication/uuid/A1207DAB-22D3-4A04-82FB-D4DD5AD57C28>
9. Boldman K, Kriese LA, Van Vleck L, van Tassell CP, Kachman S. A Manual for Use of MTDFREML – a Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and

- Covariances (draft). USDA, ARS. 1995;
10. Henderson CR. Analysis of Covariance in the Mixed Model: Higher-Level, Nonhomogeneous, and Random Regressions. *Biometrics* [Internet]. 1982;38(3):623–40. Available from: <http://www.jstor.org/stable/2530044>
 11. Haertlé T. Encyclopedia of Food and Health. *Encyclopedia of Food and Health*. 2016. 524-531 p.
 12. Campo E, , Herrera P, Hincapié J., QM. Estacionalidad de los partos , reproducción y producción lactea en búfalos de río y mestizas. *Rev Electrónica Vet* . 2005;VI:1–6. REDVET. 2005;
 13. Santiago Henao Salazar¹, Juan Camilo López Betancur¹, Juan Carlos Rincón Florez² SLPC. Caracterización productiva y su relación con el color del pelaje en búfalos de agua de diferentes hatos lecheros del Eje cafetero.
 14. M. GB. Manual integrado de sanidad y producción bufalina 2015 Estado del arte de la oncología pediátrica. Madrid: Editorial Paidós; 2007. 2015.
 15. Fundora O. Comportamiento de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) de la raza Buffalypso en sistemas de alimentación basados en pastoreo: quince años de investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal [Internet]. Vol. 49, Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 2015. Available from: <http://www.redalyc.org/html/1930/193039698005/>
 16. Santiago Henao Salazar¹, Juan Camilo López Betancur¹, Juan Carlos Rincón Florez² SLPC. Caracterización productiva y su relación con el color del pelaje en búfalos de agua de diferentes hatos lecheros del Eje cafetero.
 17. MONTES-V, DONICER 1 Esp. VERGARA-G O 2Dr., PRIETO-M, ESPERANZA 1 M.Sc. BARRAGÁN-H WZ. ESTIMACIÓN DE LA REPETIBILIDAD Y FACTORES QUE AFECTAN EL PESO AL NACER Y AL DESTETE EN GANADO BOVINO CEBÚ BRAHMAN. *Rev Colomb cienc Anim*. 2009;
 18. Almaguer Pérez. El búfalo, una opción de la ganadería. *REDVET Revista electrónica de Veterinaria* ISSN 1695-7504 2007 Volumen VIII Número 8.
 19. H. Tonhati² FBV andL. GA. Genetic aspects of productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd in São Paulo, Brazil. 2000;Volume 117(5):331–6.
 20. Arione Augusti Boligon^I; Lucia Galvão de Albuquerque^{II}; Paulo Roberto Nogara Rorato^{III}. Associações genéticas entre pesos e características

reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. Scielo.

21. Boligon AA, Albuquerque LG. Genetic parameters and relationships of heifer pregnancy and age at first calving with weight gain, yearling and mature weight in Nelore cattle. *Livest Sci.* 2011;141(1):12–6.
22. Chud TCS, Caetano SL, Buzanskas ME, Grossi DA, Guidolin DGF, Nascimento GB, et al. Genetic analysis for gestation length, birth weight, weaning weight, and accumulated productivity in Nellore beef cattle. *Livest Sci.* 2014;170:16–21.
23. Santana ML, Eler JP, Cardoso FF, Albuquerque LG, Bignardi AB, Ferraz JBS. Genotype by environment interaction for birth and weaning weights of composite beef cattle in different regions of Brazil. *Livest Sci.* 2012;149(3):242–9.
24. J.A. de Oliveira* AV y FAMD. ESTIMACION DE LA HEREDABILIDAD PARA LA GANANCIA DE PESO EN BOVINOS CANCHIM.